

# Method of diagnosing cardiac dysrhythmias

Publication number: DE4320519 (A1)  
Publication date: 1995-01-05  
Inventor(s): VOS ANDREAS DR [DE]; KURTHS JUERGEN DR [DE]; DIETZ RAINER PROF DR [DE]  
Applicant(s): MAX DELBRUECK CENTRUM [DE]  
Classification:  
- international: A61B5/0245; A61B5/024; (IPC1-7): A61B5/04; A61B5/024; A61B5/029; A61B5/0402; A61B5/0452  
- European: A61B5/0245  
Application number: DE19934320519 19930622  
Priority number(s): DE19934320519 19930622

[View INPADOC patent family](#)

[View list of citing documents](#)

## Abstract of DE 4320519 (A1)

The invention relates to a method of diagnosing cardiac dysrhythmias and disturbances of the autonomic regulation of the heart and its vasomotricity. The method is characterised in that the cardiac rhythm is determined via ECG, pulse curve or blood pressure curve, and is recorded, 3 heart beat periods are compared in each case, this comparison is carried out consecutively for at least 50 heart beat curves and the results obtained are compared graphically with the rhythm values of a healthy heart.

The EPO does not accept any responsibility for the accuracy of data and information originating from other authorities than the EPO; in particular, the EPO does not guarantee that they are complete, up-to-date or fit for specific purposes.

⑯ BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES

PATENTAMT

⑯ ⑫ **Offenlegungsschrift**  
⑯ ⑩ **DE 43 20 519 A 1**

⑯ Int. Cl. 6:  
**A 61 B 5/04**  
A 61 B 5/0452  
A 61 B 5/0402  
A 61 B 5/024  
A 61 B 5/029

⑯ ⑯ Aktenzeichen: P 43 20 519.4  
⑯ ⑯ Anmeldetag: 22. 6. 93  
⑯ ⑯ Offenlegungstag: 5. 1. 95

⑯ ⑯ Anmelder:  
Max-Delbrück-Centrum für molekulare Medizin,  
13125 Berlin, DE

⑯ ⑯ Erfinder:  
Voß, Andreas, Dr., D-1071 Berlin, DE; Kurths,  
Jürgen, Dr., D-1560 Potsdam, DE; Dietz, Rainer, Prof.  
Dr., 1000 Berlin, DE

⑯ ⑯ Verfahren zur Diagnose von Herzrhythmus-Störungen  
⑯ ⑯ Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Diagnose von Herzrhythmus-Störungen und von Störungen der autonomen Regulation des Herzens und seiner Vasomotorik. Das Verfahren ist dadurch gekennzeichnet, daß die Herzfrequenz durch EKG, Pulskurve oder Blutdruckkurve ermittelt und aufgezeichnet wird, jeweils 3 Herzschlagperioden miteinander verglichen werden, dieser Vergleich nacheinander für mindestens 50 Herzschlagkurven durchgeführt wird und die erhaltenen Ergebnisse auf graphischem Wege mit den Rhythmuswerten des gesunden Herzens verglichen werden.

DE 43 20 519 A 1

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

BUNDESDRUCKEREI 11. 94 408 061/39

6/34

DE 43 20 519 A 1

## Beschreibung

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Diagnose von Herzrhythmus-Störungen und von Störungen der autonomen Regulation des Herzens und seiner Vasmotorik. Anwendungsgebiet der Erfindung ist die Medizin.

Herzrhythmus-Störungen sind weitverbreitet und zählen auch noch heute trotz fortgeschrittenener Diagnose- und Therapieverfahren zu den häufigsten Todesursachen.

Bisher bekannte Diagnose-Verfahren beruhen beispielsweise auf der Auswertung der Herzperiodendauer auf Grundlage statistischer bzw. frequenzanalytischer Verfahren oder auf der Analyse des hochverstärkten signalgemittelten EKG im Zeit- und Frequenzbereich. Diese Methoden erlauben nur die Beschreibung bzw. Extraktion von Parametern, die einen linearen Zusammenhang beschreiben oder die periodischen Anteile repräsentieren. Aus der Literatur sind bislang Darstellungen sogenannter Scatterplots bzw. Phasenraumdarstellungen in 2-dimensionaler Form bekannt, die nur den inneren Zusammenhang zweier aufeinanderfolgender Intervalle berücksichtigen und damit nicht optimal sind ("Theory of Heart" L. Glass, P. Hunter, A. McCulloch, Springer Verlag New York 1991; Engineering in Medicine and Biology Volume 11, 1992 Nr. 2, S. 47 ff., A. L. Goldberger).

Einige Gruppen bemühen sich neuerdings um die 3-dimensionale Darstellung und Interpretation, beziehen sich aber nur auf die Bewertung der linearen Intervalllängen, die den Nachteil der Überlagerung langfristiger Herzschlagvariabilitäten in sich bergen.

Die Erfindung hat das Ziel, die Ungenauigkeiten der bisher angewendeten Diagnoseverfahren zu beseitigen und dadurch eine sichere Feststellung krankhafter Veränderungen am Herzen zu ermöglichen.

Das erfindungsgemäße Verfahren zur Diagnose von Herzrhythmus-Störungen ist durch die in Patentanspruch 1 enthaltenen Merkmale gekennzeichnet, die Unteransprüche sind Vorzugsvarianten.

Bei der Ermittlung der Herzfrequenz durch EKG-Messung wird eine oder mehrere EKG-Ableitungen direkt am oder im Patienten registriert und digitalisiert oder im nachhinein von Aufzeichnungsmedien wie beispielsweise Holter-Recorder (Analog/Digital) gewonnen.

Aus den erhaltenen Rohdatenfiles werden durch Anwendung geeigneter Methoden (z. B. Korrelation aller R-Zacken mit einem zuvor gewonnenen Muster und bei Übereinstimmung  $r \geq$  vorgegebenem Korrelationsfaktor wird Ereignis als Herzschlag interpretiert) einschließlich Artefakt- und Arrhythmieerkennung/-ausschluß die Herzperiodendauern extrahiert, wobei als Grundlage auch die Pulskurve oder die Blutdruckkurve herangezogen werden können.

Die Auswahl der 3 zu vergleichenden Herzschlagperioden kann weitgehend variiert werden, wobei 3 unmittelbar aufeinanderfolgende Perioden am häufigsten verglichen werden.

Typische Vergleiche sind (die Ziffer bedeutet Nummerierung der Herzschlagperiode)

1,2,3- 2,3,4 – usw.

1,3,5- 2,4,6 – usw.

1,2,3- 4,5,6 – usw.

Bestimmung. Es wird der Mittelwert der Verteilung bestimmt und dann in räumlichen Abständen (wählbar jeweils von 10 ms – 100 ms) die Häufigkeiten der Periodendauern im jeweiligen Raumsegment bestimmt. Die Raumsegmente können zur schnellen Berechnung kubisch sein, für die genaue Vermessung ist die Kugelform vorzuziehen. Normiert werden die jeweiligen Häufigkeiten auf die Gesamtanzahl, es werden Histogramme gebildet und von diesen eine normierte Gaußkurve subtrahiert. Aus der Flächendifferenz sowie den einzelnen normierten Häufigkeitsanteilen werden die zur Klassifizierung erforderlichen Parameter abgeleitet.

Die Möglichkeit der wählbaren Abstände der Periodendauern untereinander sowie die Wahl der Schrittweite durch die Zeitreihe gestatten die differenzierte Untersuchung der inneren Struktur, und damit gelingt eine nahezu vollständige Beschreibung (visuell und analytisch) der Periodendynamik. Weiterhin ist die Häufigkeit bzw. das Auftreten von Herzrhythmus-Störungen sofort und ohne zusätzlichen Analyseaufwand direkt vom Untersucher wahrnehmbar, wenn die einzelnen Raumpunkte durch Trajektorien (Verbindungslien) miteinander verbunden werden. Zusätzlich können höhergradige Rhythmusstörungen durch größeren zeitlichen Abstand der 3 Periodendauern untereinander separiert werden.

Das erfindungsgemäße Verfahren erlaubt eine visuelle Darstellung der Herzmotorik und eine schnelle und sichere Aussage über eventuell vorhandene Rhythmusstörungen. Damit kann eine frühzeitige Einschätzung des Risikos eines plötzlichen Herztods abgeleitet werden.

Die Erfindung soll nachstehend durch Beispiele in Form von Auswertediagrammen näher erläutert werden.

Die Bilder 1, 3 und 4 zeigen EKGs und die jeweils angewendete Methode der Extraktion der Periodendauern. Bild 2 zeigt die Markierung eines Raumpunktes aus den in Bild 1 extrahierten Periodendauern im 1. Schritt. Die Bilder 5 bis 10 zeigen Auswertediagramme von gesunden und kranken Herzpatienten.

## Patentansprüche

1. Verfahren zur Diagnose von Herzrhythmus-Störungen, dadurch gekennzeichnet, daß die Herzfrequenz durch EKG, Pulskurve oder Blutdruckkurve ermittelt und aufgezeichnet wird, die Abstände zwischen den einzelnen Frequenzen gemessen werden, jeweils 3 Herzschlagperioden miteinander verglichen werden, dieser Vergleich nacheinander für mindestens insgesamt 50 Herzschlagkurven durchgeführt wird und die erhaltenen Ergebnisse, insbesondere auf graphischem Wege, mit Herzrhythmuswerten des gesunden Herzens verglichen werden.

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Ermittlung der Herzfrequenz durch EKG wählbar mit einer Abtastrate von 250 Hz – 2 kHz und einer maximalen Genauigkeit von 0,5 ms erfolgt.

3. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß jeweils 3 unmittelbar aufeinanderfolgende Herzschlagperioden miteinander verglichen werden.

4. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß jeweils 3 in einem bestimmten konstanten Abstand aufeinanderfolgende Herzschlag-

Ausgewertet werden die Phasenplots durch Dichte-

perioden miteinander verglichen werden.

5. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß jeweils 3 aufeinanderfolgende, mit 3 in beliebig wählbarem Abstand zu diesen Herzschlagperioden stehenden Herzschlagperioden 5 verglichen werden.

6. Verfahren nach Anspruch 1 und 3 oder 4, dadurch gekennzeichnet, daß der Vergleich der Herzperiode 10 dauer durch Differenzbildung erfolgt.

7. Verfahren nach Anspruch 1, 3 oder 4 und 5, dadurch gekennzeichnet, daß der Vergleich der Herzperiodendauer durch Differenzbildung in der Reihe 10 folge der Perioden erfolgt:

$n - (n+1), (n+1) - (n+2), (n+2) - (n+3)$  15

8. Verfahren nach Anspruch 1, 3 oder 4 und 5, dadurch gekennzeichnet, daß der Vergleich der Herzperiodendauer durch Differenzbildung außerhalb 20 der Reihenfolge der Perioden erfolgt:

$n - (n+1), (n+1) - (n+2), (n+2) - n.$

9. Verfahren nach Anspruch 1 – 7, dadurch gekennzeichnet, daß jede der 3 Herzperiodendauern durch 25 eine Koordinate repräsentiert wird; jeweils 3 Werte durch einen Raumpunkt dargestellt werden und die Summe der Raumpunkte mit der Summe der Raumpunkte des gesunden Herzens verglichen werden. 30

Hierzu 8 Seite(n) Zeichnungen

35

40

45

50

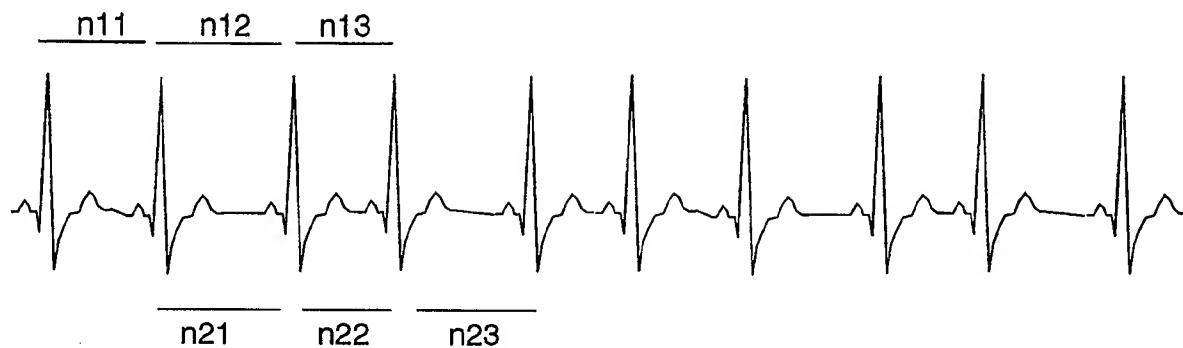
55

60

65

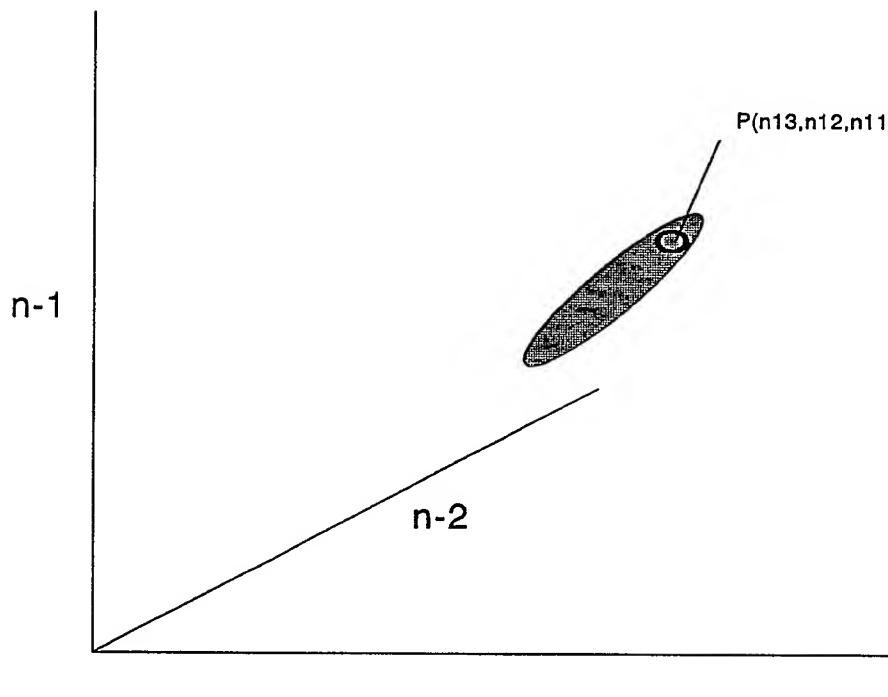
**- Leerseite -**

## 1. Schritt



## 2. Schritt

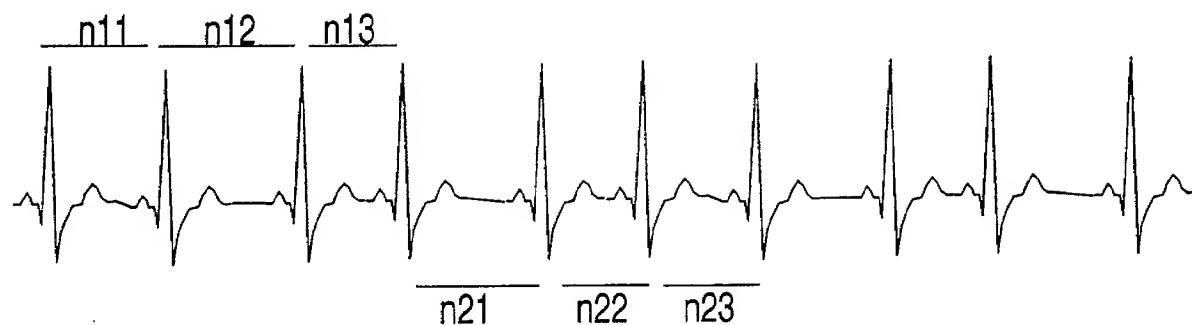
Bild 1 Phasenraumentstehung  
Abstand der Intervalle  
untereinander=1,  
Schrittweite=1



n

Bild 2 Phasenraumentstehung  
durch Auftragen der  
Abstände als Punkte  
im Raum

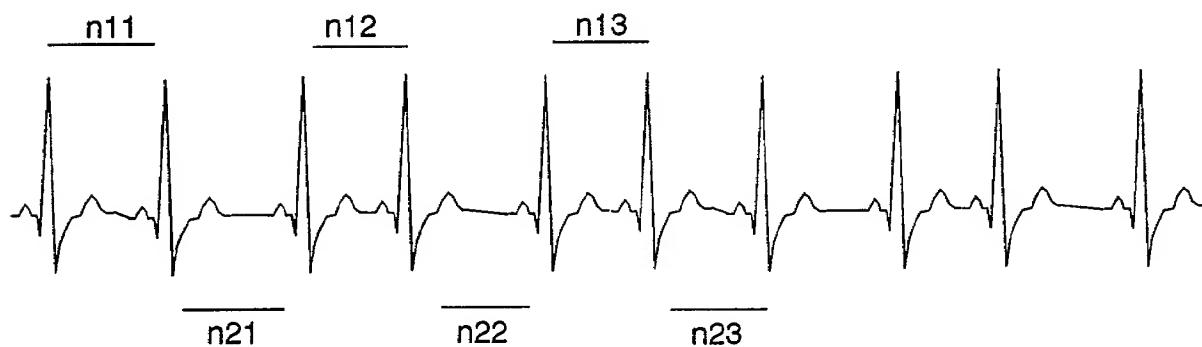
## 1. Schritt



## 2. Schritt

Bild 3 Phasenraumentstehung mit Schrittweite &gt; 1

## 1. Schritt



## 2. Schritt

Bild 4 Phasenraumentstehung mit Abstand der Intervalle untereinander

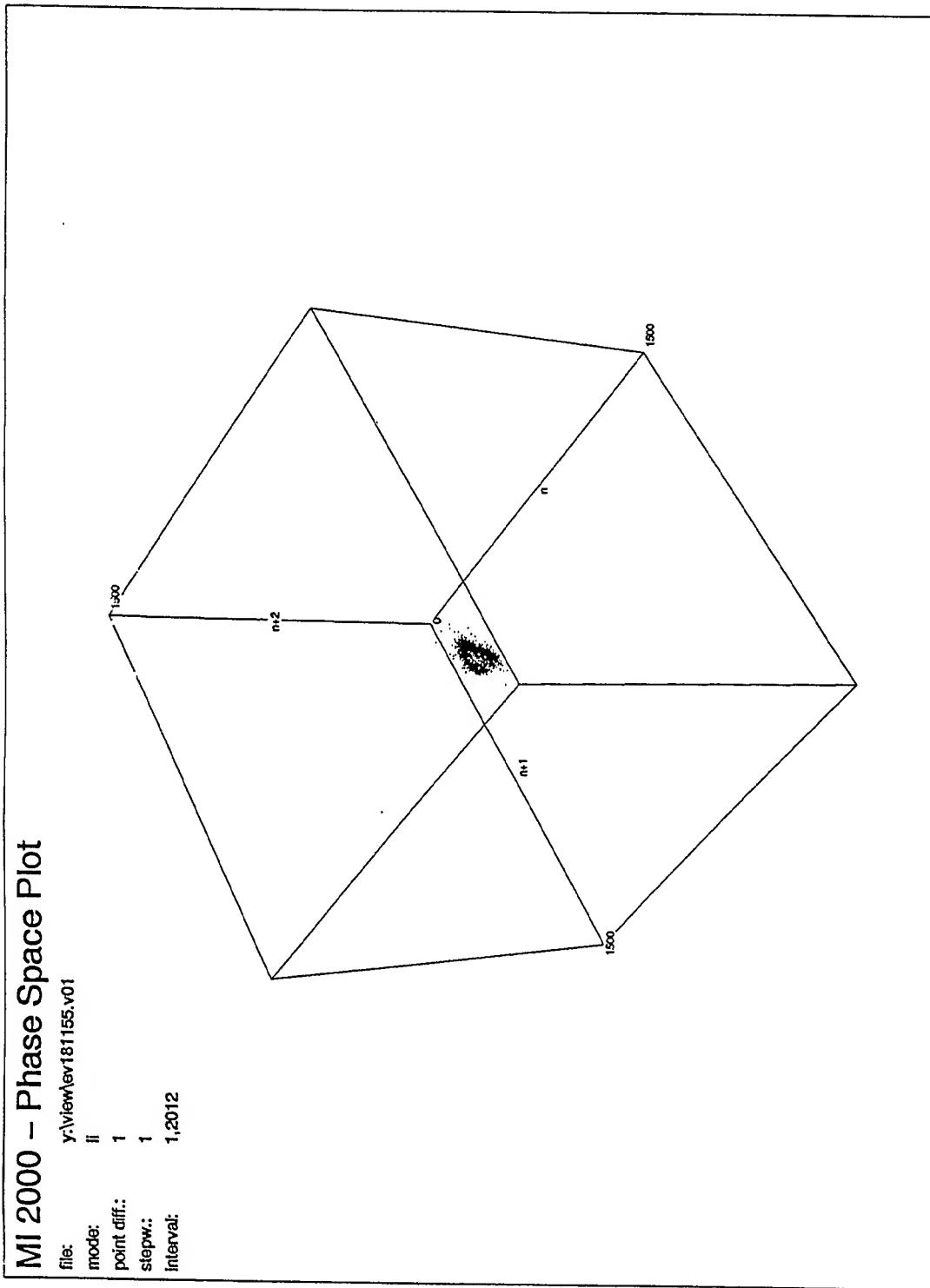


Bild 5 Herzgesunder E.V. mit normaler Herzfrequenzvariabilität

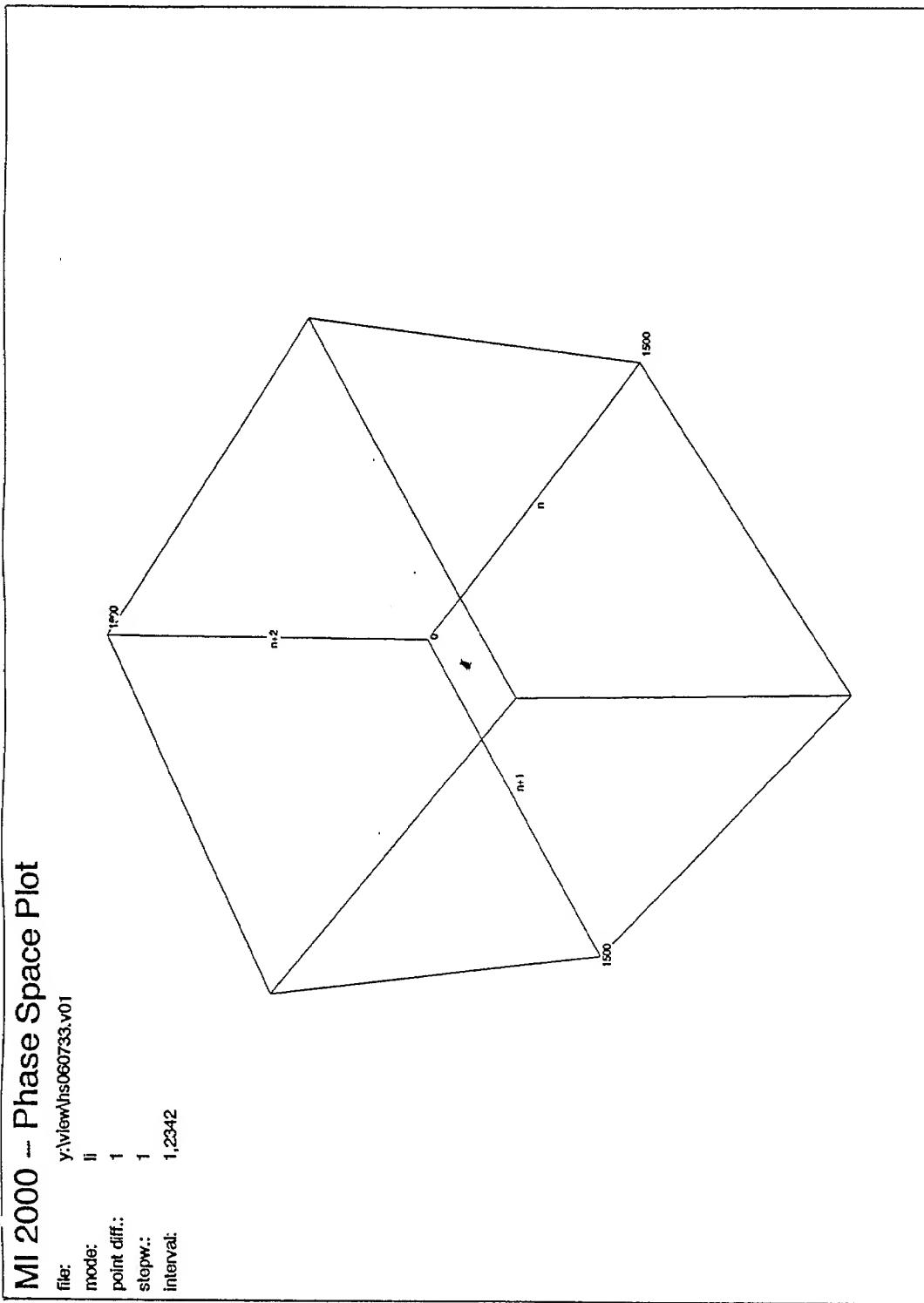


Bild 6 Herzpatient H.S. mit stark  
reduzierter Herzfrequenzvariabilität  
ohne Herzrhythmusstörungen

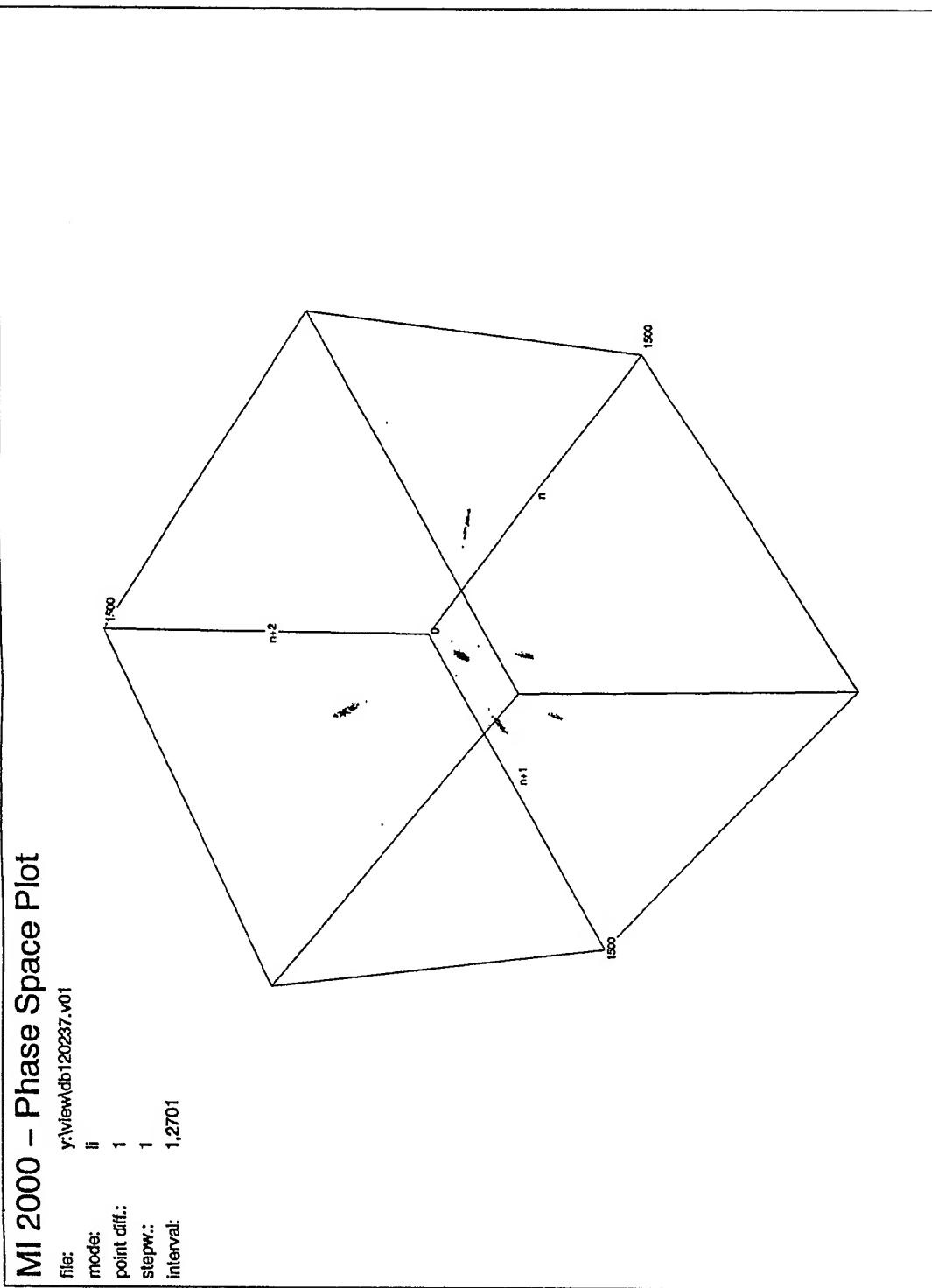


Bild 7 Patient D.B. mit reduzierter Herzfrequenzvariabilität und höhergradigen Herzrhythmusstörungen, Darstellung als Punktwolke

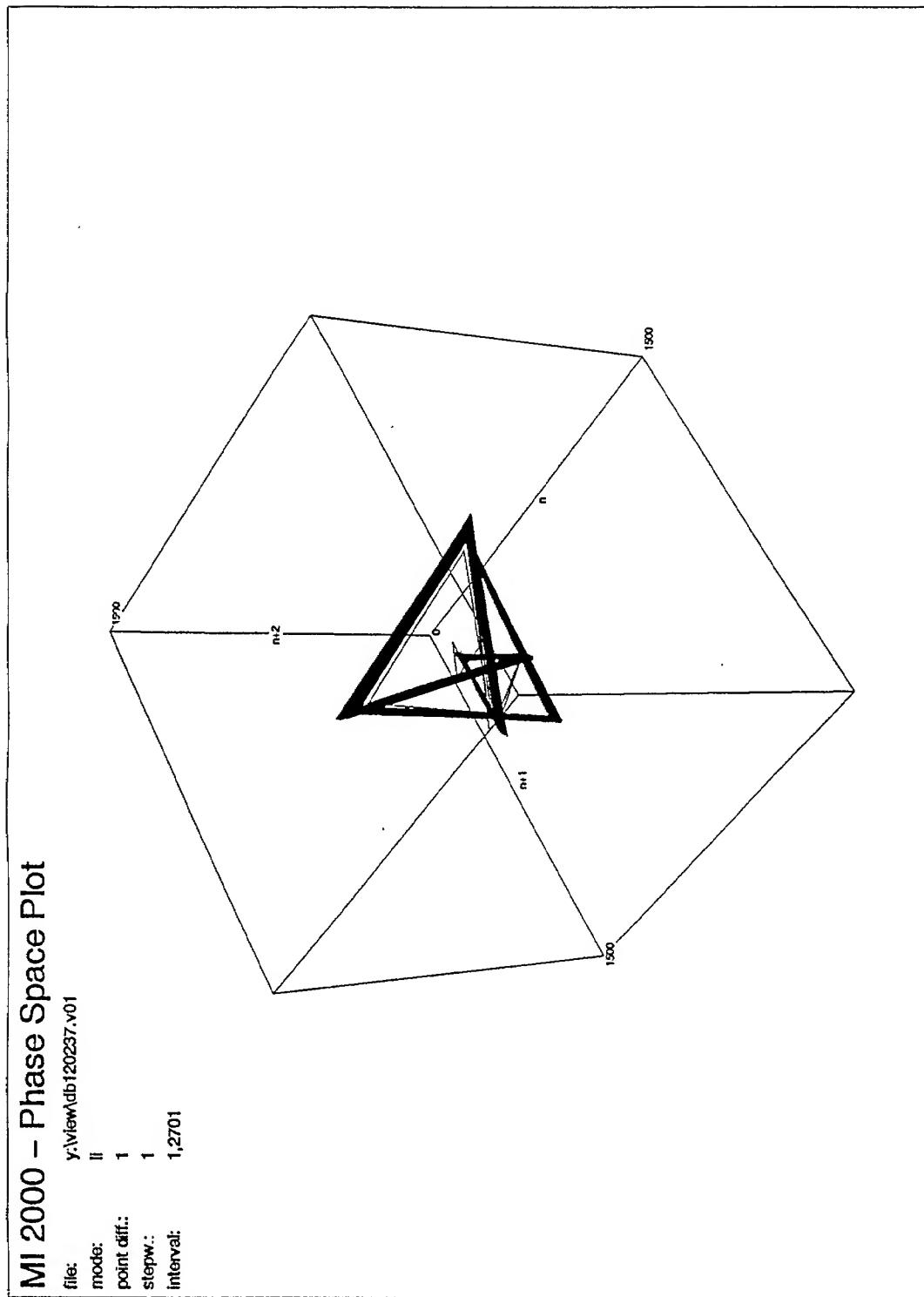
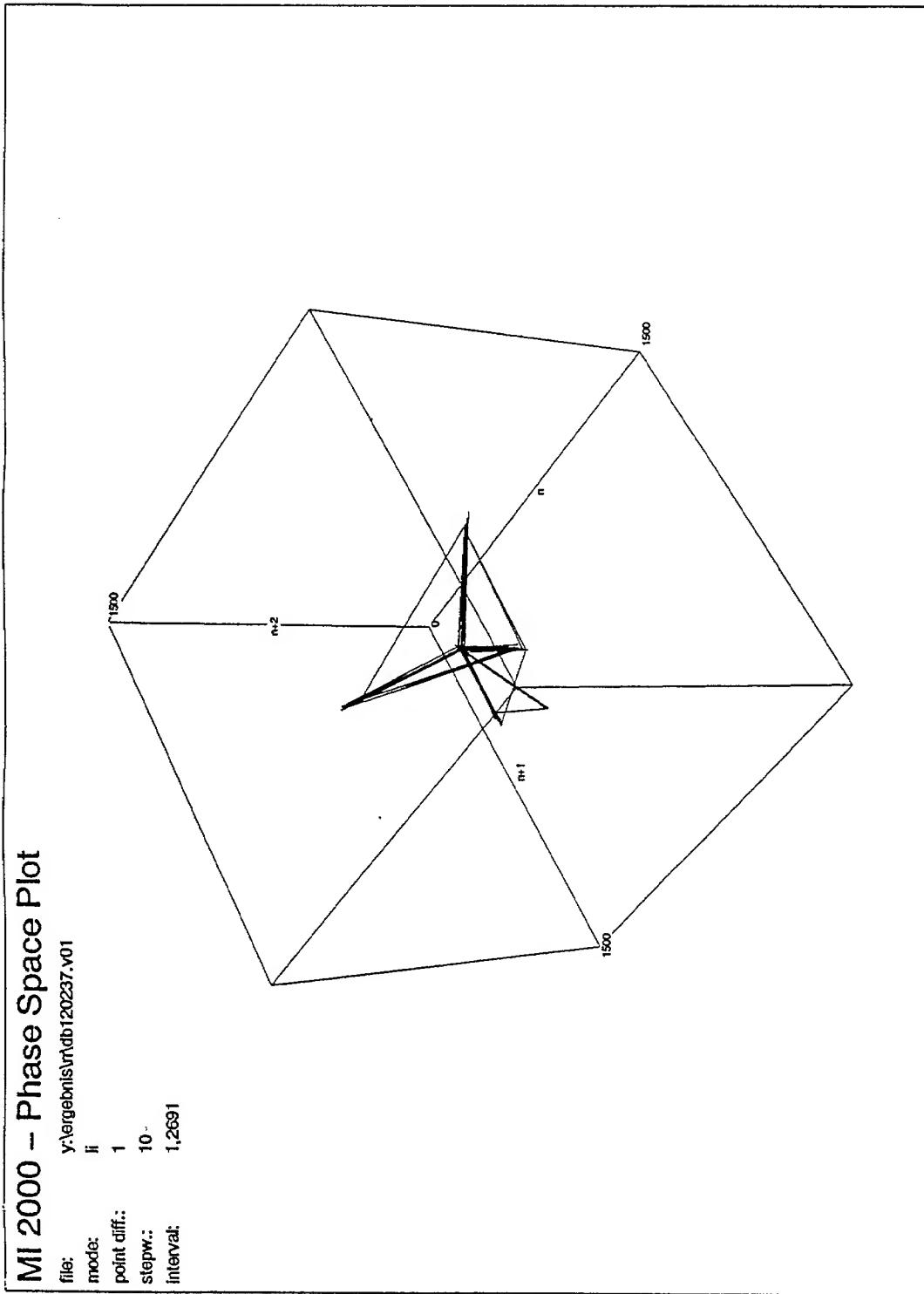


Bild 8 Patient D.B. mit höhergradigen  
Herzrhythmusstörungen,  
Verbindung der Punkte in zeitlicher  
Reihenfolge (Trajektorien)



Bild 9 Patient D.B.  
Schrittweite=1, Punktabstand=7

Bild10 Patient D.B.  
Schrittweite=10, Punktstand=1